

# Управление орошением сои.

---

## Университет Небраска

Правильное управление орошением является критическим фактором в оптимизации как урожая, так и водных ресурсов. Орошаемое производство сои в штате Небраска осуществляется в регионе с различными почвами, климатическими условиями, а также разными методами орошения. Эта статья детально разбирает рекомендации по руководству полива в условиях разнообразия почв, климата и осадков в штате Небраска.

Выращивание сои в Небраске возросло с 17,400 га в 1972 до 1,032,000 га орошаемой земли в 2003. Около 45% земли сельскохозяйственного назначения в Небраске находится под орошением. Большой интерес в сое вызван высокой рентабельностью и ее ценностью в севообороте с другими культурами.

### Рост и Развитие Сои

Развитие растения сои может быть разделено на две стадии: вегетационная и репродуктивная. Вегетационная стадия начинается с зарождения семени и появления ростка. Репродуктивная стадия – с появления первого цветка на растении. Вегетационное развитие обычно наблюдается по подсчету количества основных стебельных узелков. Узел, где прикреплены две семядоли считается узлом 0. Узел же, где присоединены два одиночных листа считается узлом 1. Все остальные узлы выше одиночных листов несут тройчатые листья и соответственно считаются узлами № 2,3, и т.д. Репродуктивное развитие, на самом деле, проходит немного сложнее (детали наведены в Таблице 1). Понимание этих фаз является важным в использовании и планировании орошения сои по «стадийному развитию».

### Разновидность сои и ее виды по возможности развития

Для орошаемого выращивания сои, выбор ее разновидности является важным фактором в управлении производства. Большинство видов сои в Небраске являются растения **индетерминантного** типа, в которых поздние стадии вегетационного роста совпадают с ранними фазами репродуктивного развития. В этих разновидностях сои точка роста сохраняет вегетационную активность, то есть приносит новые узелки после появления первого цветка (обычно на узле №6 основного стебля). Хотя вегетационная деятельность продолжается, она плавно замедляется и останавливается сразу же после наступления стадии увеличения семени, то есть, когда больше не производятся новые узелки. Такие виды сои часто не будут иметь больше, чем 20 основных узелков в полной зрелости.

Таблица 1. Репродуктивные стадии развития сои (Ритчи, 1994)

Стадия		Описание
Начало Цветения	R1	Присутствует, по крайней мере, один цветок на любом узле основного стебля. Первый цветок обычно образовывается на узле 6 в неопределенных разновидностях, но почти все узелки цветут одновременно в определенных разновидностях
Полное Цветение	R2	Присутствует хотя бы один цветок в одном из двух самых высших узелков, у которых есть два развитых листа. Узел с полностью развитым листом будет под узлом, чьи листья развернулись до той степени, когда их края больше не прикасаются
Начало Стручкового Вытягивания	R3	Присутствует, по крайней мере, один стручок 4.7мм длины на одном любом из четырех верхних узелков, у которого есть полностью развитый лист. Часто можно увидеть длинные стручки в нижних узелках, плюс сухие цветки, открытые цветки, и цветочные почки на растении в стадии R3.
Конец Стручкового Вытягивания	R4	Присутствует, по крайней мере, один стручок в 19мм на одном из четырех узлов, в котором есть развитые листья
Начало Семенного Наполнения	R5	Присутствует, по крайней мере, один стручок с небольшими семенами в одном из четырех верхних узлов, у которых есть развитые листья
Конец Увеличения Семян	R6	Присутствует, по крайней мере, один стручок на одном из четырех верхних узлов полностью наполненный зелеными семенами. Отражаясь на ярком небе, стручковые раковины будут заполнены темно-зелеными семенами. Рост семян замедляется после фазы R6, но не останавливается пока не получит физиологической зрелости.
Начало Зрелости	R7	Присутствует, по крайней мере, один стручок на каком-нибудь узле, который набрал цвет полной зрелости (желто-коричневый или коричневый, зависимо от разновидности)
Полная Зрелость	R8	95% стручков набрали цвет полной зрелости

Противоположно, точка роста основного стебля **детерминантных** разновидностей сои останавливается в росте в момент входа в стадию цветения. Это ведет к тому, что вершина стебля превращается в конечный пучок цветков. У таких видов, в основном, есть около 10-14 узлов на основном стебле в полной зрелости. Однако, их небольшая высота

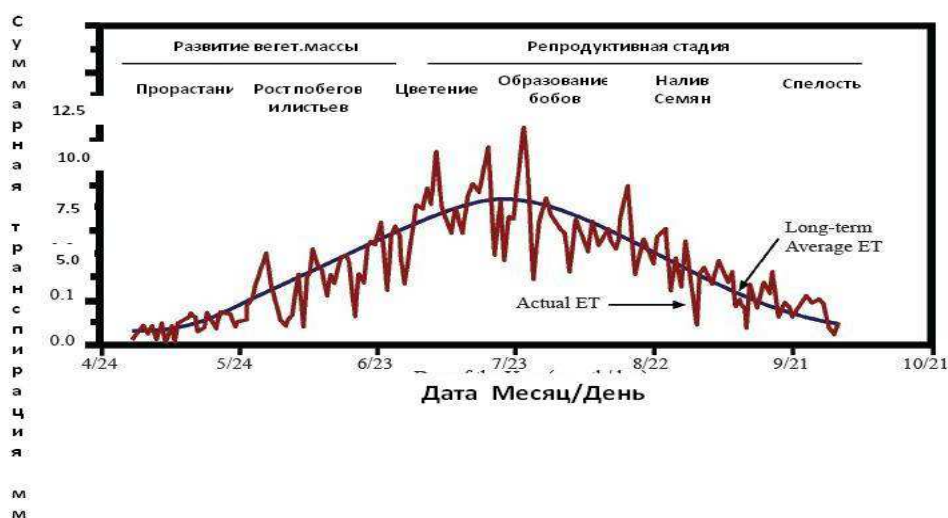
может быть преимуществом, если использовать высокую густоту в орошаемых низинах, в которых индетерминантные типы сои часто полегают.

**Рисунок 1: Использование влаги соей или дневная эвапотранспирация (ЭТ) хорошо-орошаемой культуры. Синяя линия показывает среднюю ЭТ согласно историческим данным. Красная же линия показывает дневную ЭТ в конкретный сезон.**

## Управление водой при выращивании сои



Орошение сои в зависимости от фазы развития



Так называемые «**полу-детерминантные**» виды сои все больше становятся доступными в Небраске (например, Небраска NE3001). Вершина их основного стебля преобразовывается из вегетационного в репродуктивное состояние не так быстро, и, как правило, будет иметь 16-18 узлов в дозревании. Проведенное исследование Университетом Небраски подводит к заключению, что полудетерминантные разновидности могут быть необходимыми для лучшего потенциала урожайности в интенсивной системе орошения.

### Взаимоотношения «Растение-Вода»

Применение орошения или большого количества осадков во время вегетационного роста, в основном, не является полезным; только если уровни почвенных вод чрезвычайно низкие. В действительности же, чрезмерное количество полива или осадков в течение ранних стадий роста может стимулировать вегетационный рост без предпосылок на высокий урожай. Если же происходит полегание, орошение во время вегетационного периода может существенно снизить урожайность.

Сезонный характер поглощения воды соей в соответствии с вегетационным и репродуктивным периодами развития показан в Рисунке 1 синей линией. Общее количество воды (испарение плюс транспирация) поглощенное полностью орошаемой соей может изменяться от 500 мм до 660 мм в период роста. Около 65% всей используемой воды происходит во время **R1-R6** плюс репродуктивные стадии. В среднем, необходимая влага будет достигать около 8 мм в день во время позднего цветения и раннего образования стручков, но в течение середины и конца репродуктивного периодов – около 6 мм в день. Как показано красной зубчатой линией на Рисунке 1, реальное количество ЭТ в любом году будет меняться каждый день. Заметьте, что хорошо политая соя может терять влагу до 13 мм в жаркий ветреный день в конце июля или в августе.

Самый важный период для соевых растений в плане необходимости влаги – это во время образования стручков (**R3-R4**) и семян (**R5-R6**). Это те стадии, когда нехватка воды может привести к значительной потере урожая. Орошение также может быть нужным до наступления этих стадий на песчаных грунтах (из-за недостаточной способности удерживать влагу), а также в года с низкими осадками для средне- и мелко-зернистых почв (суглинков). Однако, в случае значительной влаги во время цветения, очень важно следовать адекватному поливу во время семенного наполнения. В период цветения, ирригация, как правило, способствует увеличению количества семян в растении, но любая последующая нехватка воды уменьшит размер семян, так что результат орошения во время цветения будет не больше или даже меньше, чем без полива. Вдобавок, ирригация во время цветения может способствовать возможности образования белой плесневой инфекции из-за влажных (прикрытых листьями) условий после орошения.

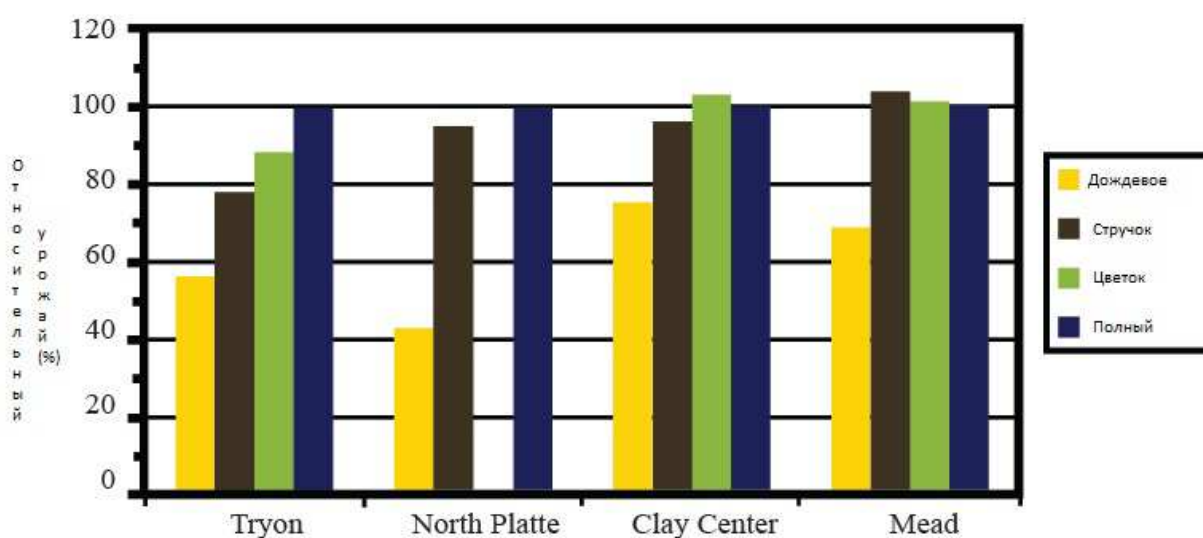
Хотя корни сои могут достигать глубины до 1.5-2 м, наибольшая концентрация корней и большая часть поглощения влаги происходит в верхних 60-90 см почвы. Таким образом, проникновение поливной воды должна быть ограничена до 90 см, чтобы избежать проникновения нитратов в местный водоносный горизонт. Сельскохозяйственные предприятия должны получать урожайности от 40 до 54 ц/га на почвах с хорошим внутренним и поверхностным дренажами, если орошение применяется правильно в период роста.

### **Исследования по Управлению Орошения Сои**

Удобный метод по планированию ирригации сои – это согласовывать применения полива с наиболее «влагочувствительными» стадиями роста сои. Планировка фазового орошения может особенно хорошо работать для такой культуры как соя, которая отлично реагирует на влагу, подаваемую во время поздних периодов роста. Однако, задержка с ирригацией до конца фазы **R3** может быть проблематичной, если система орошения в дальнейшем не сумеет удовлетворить нужды полива сои. Осадки во время периода

роста, аккумулированная почвенная влага до периода роста, и возможности оросительной системы, - все это являются важными факторами, когда нужно принимать решения о начале полива. Исследования в восточной Небраске показали, что соя может неплохо реагировать к задержке ирригации. Тем не менее, если аккумулированная почвенная влага не является оптимальной при посеве или/и осадков очень не хватает до начала образования стручков, оттягивание полива может снизить урожайность (если сравнивать с полно-сезонным планированием орошением).

**Рисунок 2: Урожайности сои в четырех местах Небраски с использованием разных уходов: дождевое; орошение, задержанное до развития стручков (R3-R4) или цветения (R2); или полно-сезонное планирование**



В исследованиях штата Небраска, график полно-сезонного орошения (то есть полив был применен в любое время периода роста, когда использование воды соей приводило к 50% или больше потерь почвенной воды в корневой зоне) было сравнено с двумя другими фазовыми методами орошения (то есть без полива до момента, когда культура достигнет фазы **R2** или **R3-R3.5**, после чего полив был применен и продолжен). Весь полив был осуществлен дождевальными установками. Результаты этого сравнения были использованы для оценки эффекта задержки орошения на урожайности и эффективности использования воды. Четыре типа орошения были поданы на оценку по штату Небраска в в таких местах как Tryon (Трион), North Platte (Норс Платте), Clay Center (Клэй Центр), Mead (Мэд) и описаны ниже:

- 1. Дождевое.** Орошение было применено только, если в этом была нужда в целях зарождения семени.
- 2. Стручковое вытягивание («Стручок»/190 мм полива).** Орошение было задержано до получения стручка от 0.47 до 1.90 см в длину. Очевидным

фактором стал один из четырех верхних узлов основного стебля, у которого был полностью развитый лист (**R3-R3.5**). Поливы в 75мм были применены в течении двухнедельного периода. Поливы же в 115 мм были осуществлены за трех недельный период наполнения семян (**R5-R6**). Общий расход при этом орошении составил 190мм, с поливом, подрегулированным с дождевыми осадками.

3. **Полное Цветение («Цветок»/265 мм полива).** Орошение было задержано до открытия цветка в узле под самым верхним узлом стебля, который имел полностью развитый цветок (**R2**). Поливы, составляющие 75 мм, были применены за неделю; за тем последовали еще 75 мм во время стадии стручкового вытягивания в течение следующей недели (**R3-R4**). Далее последовало орошение в 115 мм в течение трехнедельного срока в стадию наполнения семян (**R5-R6**). В сумме, сезонное орошение составило 265 мм.
4. **Полный сезон («Полный»/320мм).** Орошение было спланировано так, чтобы удерживать уровень почвенной воды выше 50% доступного уровня. Полив начался до цветения (если в этом была необходимость), чтобы снабжать водой сою согласно ее потребностям. Общее орошение составило 320 мм в этом варианте ухода, учитывая, что полив был подкорректирован в соответствии с осадками.

Урожайность, полученная в четырех упомянутых выше участках по орошению, наведены в Рисунке 2. Урожаи на неорошаемых участках были выше в Мэд и Клэй Центр, чем в двух западно-центральных местах, благодаря высоким внесезонным осадкам (выше запас воды в почве) в восточных местах. Урожайность в участке, в котором орошение было начато до начала вытягивания стручков, была не значительна от других участков полносезонного орошения, несмотря на самое низкое сезонное орошение (то есть 190 мм). Однако, аккумуляция воды в почве и дождевые осадки во время вегетационной стадии часто не проводят до максимального урожая, когда орошение оттянуто до периода вытягивания стручков. Этот случай происходит чаще в западно-центральных местах, чтобы разрешить задержку полива настолько долго. Тем не менее, с позиции урожайности, данные подтверждают оттягивание полива при вегетационном периоде, и наверное, также в период цветения в большинстве сезонов в восточной Небраске.

### **Рекомендации по управлению орошением.**

#### *Крупнозернистые Почвы*

Управление поливом для крупнозернистых почв является более сложным, чем для среднезернистых. Почвы в этой категории включают мелкий песок, суглинистый песок, и плодородные песчано-глиняные почвы. Как правило, у этих почв низкое (меньше, чем 38 мм на 30 см) влагоемкость. Вдобавок, некоторые песчаные грунты в Небраске имеют

ограниченный корневой слой в небольшой глубине. Комбинация низкой влагоемкости и неглубокой корневой системы дает результат при небольшом запасе воды. Доступная водосдерживающая способность в 90см активной корневой зоны составляет от 76мм до 115мм. Такая низкая влагоемкость означает, что небольшие от 19мм до 25мм частые применения орошения являются необходимыми для обновления ограниченного почвенного резервуара для воды. Более того, есть меньше места для ошибки в правильном расчете времени орошения, так чтобы осуществить полив вовремя и убедиться, что почвенная вместимость воды не упадет ниже 50% доступной влагоемкости.

Обычная рекомендация по руководству полива на крупнозернистых почвах такова, чтобы дать возможность не более 50% истощения почвенной влаги в верхних 90см во время стручкового вытягивания (**R3-R4**) и наполнения семян (**R5-R6**). Почвенные слои влаги могут быть определены по внешнему виду, ручному «прощупыванию» земли и подсчету баланса влаги, используя испытанные оценки эвапотранспирации (ЭТ). Оценки данных дневной ЭТ могут быть получены в Интернете через Центр Регионального Климата Высоких Долин на сайте [hprcc.unl.edu](http://hprcc.unl.edu)

#### *Глубокие Средне- и Мелко-зернистые Почвы*

Эти грунты (наносы песка, суглинков глины и перегноя, или «жирные суглинки») часто имеют доступную влагоемкость более, чем 50мм на 30см глубины или 152мм на верхние 90см соответственно. Используя планирование ирригации для поддержки 50% доступного уровня воды в верхних 90см корневой зоны после полной фазы цветения (**R2**), как правило, дает максимальные результаты.

Альтернативный метод планирования на подобных грунтах – это орошение по системе стадийного роста, как обсуждалось в предыдущем разделе. Этот метод работает в том случае если запас воды в верхних 1.5м почвы точно или близко соответствует возможностям поля в период посева. В восточной части Небраски, это обычно происходит, если почвы были политы во время предыдущего сезона и/или если в случае достаточных внесезонных осадков, чтобы обновить очертания почв.

Во время репродуктивного периода для сои необходимо 254-280мм общих осадков. Обычно, это бы переводилось в эффективный полив (подкорректирован под осадки) в около 75мм во время стадии цветения (**R1-R2**), 75мм во время стручкового развития (**R3-R4**) и 115мм во время наполнения семян (**R5-R6**), что в сумме 265мм. С соответствующими дождями, оптимальный урожай будет получен с двумя циклами орошения по 75мм каждый; один применен в полное цветение или начала стручкового развития, а другой в начале наполнения семян. С оросительными системами, такими как центрально-осевыми, которые имеют ограниченную поливную способность (например, 13мм или 19мм за одно вращение), необходимо несколько вращений за короткое время, чтобы нанести 75мм в течении конкретной стадии роста. В чрезвычайно сухие года, может

понадобиться дополнительных 75-125мм эффективного орошения, чтобы преодолеть дефицит осадков.

Если начинать орошение в стадию полного цветения (**R2**) или если значительные осадки происходят в начале стадии цветения (**R1**), особенно важно убедиться в обеспечении соответствующей почвенной влаги во время оставшегося периода роста. Это потому, что нехватка воды в позднем сезоне часто имеет более значительный удар по конечной урожайности, если соя орошается во время цветения.

Если вы ограничены в количестве орошения, которую вы можете применять во время период роста, вы получите максимальную пользу от этого орошения, если оно применяется во время стручкового развития (**R3-R4**) и семенного наполнения (**R5-R6**). Однако, задержка полива может не сработать в случае нехватки осадков до периода цветения. В сухие года, ограниченный полив может быть «спасительным» в начале сезона.

С бороздными системами орошения, оттягивание полива до стручкового развития (**R3**) в Июле с низкими осадками может быть проблематичным. Это так как почва в бороздах может потрескаться, что может сделать сложным полив в нужные 25-38мм. Ранняя дата для орошения с целью закрепления борозд может быть хорошим советом в таких случаях.

### Заключение

При орошении сои, у руководителей предприятий есть два варианта полива:

1. Планирование орошения, совпадающего с критическими репродуктивными стадиями сои, может быть использовано на глубоких средне - и мелкозернистых почвах. Если почвенная вода находится в норме при посеве, и нет большой нехватки осадков во время вегетационного роста, то орошения может быть задержано до стадии полного цветения (**R2 или R3**), учитывая, что не будет кризиса с водой после, и что грибы снежной плесени не станут проблемой. Однако, система пофазового орошения не эффективна в таких случаях:
  - а) Почвенная текстура - песчано-глиняная или грубая крупнозернистая;
  - б) Размер запас почвенной влаги ограничен (например, нарушена корневая глубина);
  - с) Возможность оросительных систем меньше, чем 38мм в неделю
2. Планирование орошения на основе использования воды по потребностям культурами является идеальным методом, особенно если текстура почвы – супесь или же грубее, чем супесь. Предприятие должно следить за почвенным использованием воды и быть готовым вовремя применять орошение. С круговыми



широкозахватными дождевыми машинами, применение полива может быть подогдано под данные эвапотранспирации культур (после корректировки с дождевыми осадками). Этот метод планирования, однако, будет означать, что предприятие должно:

- а) определиться с периодом времени, когда особенно важно следить за количеством почвенной воды;
- б) быть осторожным при орошении в период цветения, если снежная плесень плесень есть потенциальной проблемой; и
- в) осознавать, что соя, часто-орошаемая ранее в сезоне, будет более чувствительной к нехватке воды позже в сезоне.

Почвенную влагу можно определить по ручному методу или механическими и электронными приборами. В качестве альтернативы, дневная и недельная сумма использования воды почвой может быть оценена через данные по эвапотранспирации в местной погодной станции.